

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **2000200403 A**

(43) Date of publication of application: **18.07.00**

(51) Int. Cl

G11B 5/39

(21) Application number: **11000740**

(22) Date of filing: **05.01.99**

(71) Applicant: **MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD**

(72) Inventor: **MURAMATSU SAYURI
MURATA AKIO
KUROE AKIO**

(54) **MULTILAYERED FILM MAGNETIC BODY,
MAGNETIC HEAD AND PRODUCTION OF
MAGNETIC HEAD USING THE SAME, AND
MAGNETIC REPRODUCING DEVICE USING THIS
MAGNETIC HEAD**

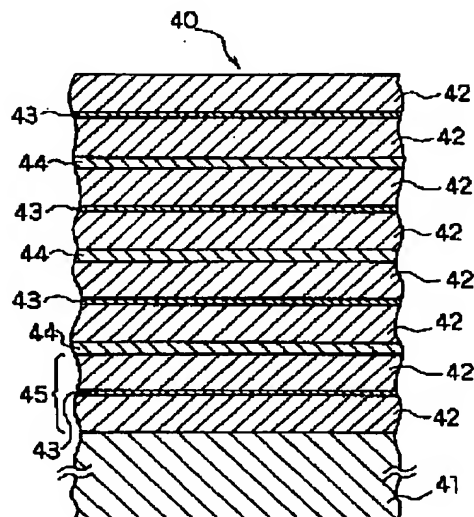
as an insulator for the conductive body in a magnetic core.

COPYRIGHT: (C)2000,JPO

(57) Abstract:

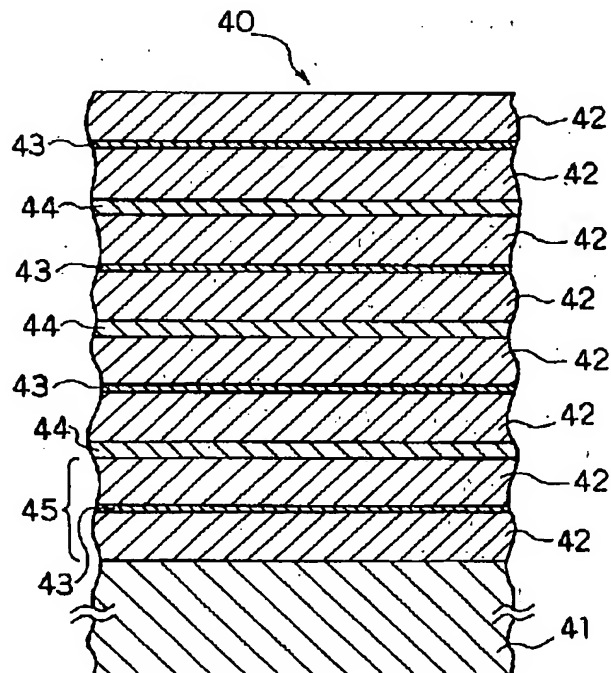
PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a magnetic multilayered film having strong anisotropy and excellent high frequency characteristics, to provide a magnetic head using this film, a producing method of the magnetic head, and magnetic reproducing device using this magnetic head.

SOLUTION: The magnetic multilayered film 40 is produced by alternately laminating magnetic layers 42 and nonmagnetic layers 43, 44 on a substrate 41. The nonmagnetic layer consists of a thin first nonmagnetic layer 43 and a thick second nonmagnetic layer 44. The first nonmagnetic layer 43 is made thin enough to magneto statically couple the magnetic layers, while the second nonmagnetic layer 44 is made thick to obtain enough electric insulation. The second nonmagnetic layer 44 acts



(11)特許出願公開番号

(43)公開日 平成12年7月18日(2000. 7. 18)



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 非磁性基板上に、隣り合う磁性層間を静磁結合させるに必要な所定の厚さ以下の第 1 の非磁性層をそれぞれ介して、偶数個の磁性層を、隣り合う磁性層の磁化容易軸が同じ方向になり、かつ前記偶数個の磁性体の合計の厚さが、磁性体に与えられる交流磁場の周波数に応じて定まる表皮深さの 2 倍以下になるように、重ねて形成した多層体、及び前記多層体を複数個重ねるとき、隣り合う多層体の間に設けられ、厚さが前記第 1 の非磁性層より厚い第 2 の非磁性層を備える多層膜磁性体。

【請求項 2】 前記磁性層が鉄、タンタル及び窒素を含む磁性体であり、前記非磁性層が SiO_2 であることを特徴とする請求項 1 記載の多層膜磁性体。

【請求項 3】 第 1 の非磁性層を介して静磁結合される鉄、タンタル及び窒素を含む磁性体の偶数の磁性層の合計の厚さが $0.7 \mu\text{m}$ 以下であり、第 1 の非磁性層の厚さが $0.01 \mu\text{m}$ 以下、第 2 の非磁性層の厚さが $0.1 \mu\text{m}$ 以上であることを特徴とする請求項 1 記載の多層膜磁性体。

【請求項 4】 前記請求項 1 記載の多層膜磁性体で形成した磁気コア内に磁気コアと絶縁して配置した導体と、前記導体の両端につながる一対の電極とを備えたことを特徴とする磁気ヘッド。

【請求項 5】 第 2 の非磁性層が磁気コア中の導体を絶縁するための絶縁体を兼ねていることを特徴とする請求項 4 記載の磁気ヘッド。

【請求項 6】 磁性層、第 1 の非磁性層及び第 2 の非磁性層を有する請求項 1 記載の第 1 の多層膜磁性体を、磁化容易軸を所定方向に配向しつつ、基板上に形成する第 1 の磁性体形成工程、

前記第 1 の磁性体の上に絶縁層を形成する絶縁層形成工程、

前記絶縁層の上に導体層を形成する導体層形成工程、

前記第 1 の磁性体及び導体層の上に絶縁層としての第 2 の非磁性層を形成する工程、及び前記絶縁層の上に前記第 1 の多層膜磁性体と実質的に同じ構成の第 2 の多層膜磁性体を、磁化容易軸を所定方向に配向しつつ、形成する第 2 の磁性体形成工程、

を備えることを特徴とする磁気ヘッドの製造方法。

【請求項 7】 請求項 4 記載の磁気ヘッドの前記導体の両端の電極に定電流の高周波信号を印加するキャリア信号発生器、及び前記磁気コアにバイアス磁界を発生させるバイアス磁界発生手段、

を有することを特徴とする磁気再生装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、多層膜磁性体、高密度記録情報を再生する磁気ヘッドとその製造方法、及びこの磁気ヘッドを用いた磁気再生装置に関するものであ

る。

【0002】

【従来の技術】 近年、大容量の磁気記録装置の需要が拡大し、情報を磁気記録媒体に高密度で記録し再生する磁気ヘッドが要求されている。この要求に応じて、誘導型ヘッドと、再生感度の高い再生専用ヘッドである MR ヘッドとを組合せた複合型 MR ヘッドが実用化されている。複合型 MR ヘッドは、磁気抵抗効果素子 (MR : Magnetoresistance) を用いた MR ヘッドと誘導型薄膜ヘッドとを組合せたヘッドであり、記録時には、誘導型薄膜ヘッドを用い、再生時には、MR ヘッドを用いる。MR ヘッドよりも簡単な構造で誘導型ヘッドよりも優れた再生感度が得られる、磁気インピーダンス効果を用いたヘッドが特開平 9-91617 号公報に示されている。このヘッドの動作原理について以下に図 12 及び図 13 を参照して説明する。

【0003】 図 12 はこの磁気ヘッドの使用状態を示す斜視図である。図において、軟磁性膜で構成された磁気コア 1 が垂直磁気記録媒体 8 の磁気情報の磁化 6 の上にある時、磁気コア 1 を磁束が通る。磁気コア 1 はこの磁束によって磁化され、透磁率が低下する。透磁率が低下すると図 13 に示す磁気再生回路において、ヘッドの導体線 2 に対応するインピーダンス素子 21 はそのインピーダンスが低下したのと等価な状態になる。図 12、図 13 において絶縁体 4 によって磁気コア 1 から絶縁された導体線 2 にキャリア信号発生器 22 からキャリア信号として交流の定電流を流しているため、端子 23 と 24 間にはそのインピーダンスに比例した逆起電圧が発生する。逆起電圧は再生信号検出回路 25 により検出されその出力端から出力される。再生信号検出回路 25 から出力される電圧は、インピーダンスすなわち透磁率に比例している。これにより、流入する磁束の量、すなわち磁化 6 の強さに逆比例した電圧が、再生信号検出回路 25 から出力されることとなり、磁束応答型の再生が行われる。出力される電圧値を大きくし再生感度を高くするには、インピーダンス変化を大きくする必要がある。周波数特性の点から磁界応答性が高いことが望ましい。従って、磁気コア 1 の透磁率が高い範囲内で、キャリア信号の周波数はできるだけ高いほうが良い。

【0004】 磁気コア 1 を構成する軟磁性膜は飽和磁束密度が高く、異方性が強く、かつ比透磁率が高いことが望ましい。これらの条件を満たすためには、磁気コアを多層の磁性膜で構成するのが望ましい。磁性膜を多層化した磁性体の従来例が、特開平 5-144641 号公報に示されている。この従来例によれば、図 14 に示すように、ガラスやセラミックなどの基板 31 上に鉄、パーマロイなどの磁性層 32 と、 SiO_2 、 Al_2O_3 などの非磁性材料を成膜した厚さの異なる 2 種の非磁性層 33 及び 34 を交互に積層している。このような構造にすると、薄い非磁性層をはさむ両側の磁性層間の静磁結合に

より異方性が強くなるとともに、厚い非磁性層により渦電流損失が低減される。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】特開平9-91617号公報に示されたものでは磁気コアを多層の磁性膜で構成していないので、高い周波数で渦電流損失が増加しキャリア信号の周波数を高くすることができない。従って再生感度を高くすることができなかった。図14に示す特開平5-144641号公報に示されたものでは、静磁結合を強くするために非磁性層を薄くすると、隣り合う磁性層間の電氣的絶縁が不十分になり、高周波領域で渦電流損失の低減が望めなくなる。そこで、磁性層間の電氣的絶縁を保つために、薄い非磁性層33を介して積層した複数の磁性層32を、厚い非磁性層34で絶縁するように構成している。

【0006】磁気ヘッドのコアとして用いる多層の磁性体は、各磁性層の磁化容易軸を所定方向にそろえることにより、強い磁気異方性を生じさせるのが望ましい。図14に示すものでは、厚さの異なる奇数又は偶数の磁性層32が厚い非磁性層34で絶縁されているが、厚さの異なる奇数の磁性層32が静磁結合をすると、隣り合う磁性層32の間で相互の磁界が影響し合い、磁界の状態が不均衡になって各磁性層の磁化容易軸をそろえることが困難になる。また静磁結合をする複数の磁性層32の総厚が、その磁性層の透磁率、抵抗率、磁界の周波数、真空における透磁率及び比透磁率で定まる表皮深さよりも厚いと、渦電流損失が増加し、高周波特性が悪化する。前記の特開平5-144641号公報にはこの点については示されていない。本発明は、高周波特性の優れた多層膜磁性体及びこの磁性体を用いた、比較的簡単な構造で再生感度が高い磁気ヘッド、その磁気ヘッドの製造方法、及びその磁気ヘッドを用いた磁気再生装置を提供することを目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】本発明の多層膜磁性体は、複数の磁性層と、各磁性層間に設けられた非磁性層を有する。非磁性層は厚さの薄い第1の非磁性層と厚さの厚い第2の非磁性層とがあり、第1の非磁性層は隣り合う磁性層間を静磁結合させるために十分に薄くされており、第2の非磁性層は隣り合う磁性層間の電氣的絶縁が十分に保たれるようにその厚さが選定されている。第1の非磁性層を介して静磁結合される磁性層の層数は偶数であり、その偶数の磁性層の膜厚の合計はこの磁性体に与えられる交流磁界の周波数によって定まる表皮深さの2倍以下になされている。

【0008】静磁結合される磁性層の数が偶数であるので、隣り合う磁性層の磁化容易軸が一定方向にそろえる。また偶数の磁性層の合計の厚さが表皮深さの2倍以下であるので、静磁結合される偶数の磁性層内で生じる渦電流が減少し、渦電流損失が低減される。これによ

り、高周波特性に優れた多層膜の磁性体を得ることができる。前記多層の磁性層が鉄、タンタル及び窒素を含む磁性体からなり、前記非磁性層がSiO₂からなる。前記第1の非磁性層の厚さと、第1の非磁性層をはさむ2つの磁性層の厚さの合計が0.7μm以下であり、第1の非磁性層の膜厚は0.01μm以下、第2の非磁性層の膜厚は0.1μm以上であることを特徴とする。

【0009】上記のように構成することにより、1GHz程度の交流磁界において高周波特性に優れた多層膜の磁性体を得ることができる。本発明の磁気ヘッドは、磁気コア中に絶縁物を介して配置した導体と、前記導体の両端につながる一対の電極とを備えた磁気ヘッドであって、磁気コアとして、前記の多層膜の磁性体を使用する。

【0010】上記のように構成することにより再生感度の高い再生ヘッドを得ることができる。さらに本発明の他の観点の磁気ヘッドは、第2の非磁性層が磁気コアを貫通する導体の絶縁体を兼ねている。上記のように構成することにより、導体を絶縁するために専用の絶縁体を設ける必要がないので構造をより簡単にできる。本発明の磁気ヘッドの製造方法は、磁性層、第1の非磁性層及び第2の非磁性層からなる第1の磁性体の磁化容易軸を所定方向に配向しつつ、前記第1の磁性体を形成する第1の磁性体形成工程と、第1の絶縁層を形成する第1の絶縁層形成工程とを有する。さらに前記第1の絶縁層の上に導体層を形成する導体形成工程と、前記第1の磁性体及び導体の上に第2の絶縁層を兼ねた第2の非磁性層とを形成する工程と、磁性層と第1の非磁性層及び第2の非磁性層からなる多層膜からなる第2の磁性体の磁化容易軸を所定方向に配向しつつ、前記第2の磁性体を形成する第2の磁性体形成工程とを有する。

【0011】上記のような工程により、薄膜形成技術で各要素を製造できるので品質の安定した製品を安価に生産できる。本発明の磁気再生装置は前記の磁気ヘッドを備えとともに、前記導体の両端の電極に定電流の高周波信号を印加するキャリア信号発生器と、前記磁気コアにバイアス磁界を発生させるバイアス磁界発生手段とを有する。上記のように構成することにより、再生感度に優れた磁気再生装置を得ることができる。

【0012】

【発明の実施の形態】以下、本発明の多層膜磁性体、それを使用した磁気ヘッド、及び磁気ヘッドの製造方法、この磁気ヘッドを使用した磁気再生装置を、それぞれの好ましい実施例について、図1ないし図11を参照して説明する。

《第1実施例》本発明の第1実施例の多層膜磁性体を図1ないし図2を参照して説明する。図1は、本発明の第1実施例の多層膜磁性体40の断面図である。図において、セラミックの基板41上にまず磁性層42を形成する。次に磁性層42の上に薄い第1の非磁性層43を形

成し、その上に更に磁性層42を形成する。非磁性層43をはさむ磁性層42は2個であるので偶数である。後で詳しく説明する図11に示すように、薄い非磁性層85を介して4個(偶数)の磁性層84を形成してもよい。

【0013】次に上層の磁性層42の上に、第1の非磁性層43より厚い第2の非磁性層44を形成する。上記の磁性層42はFe-Ta-N、非磁性層43、44はSiO₂の膜である。磁性層42の厚さは0.35μm、第1の非磁性層43の厚さは0.005μm、第2の非磁性層44の厚さは0.1μmである。第1の非磁性層43の厚さを0.005μm程度にすると、隣り合う磁性層42は静磁結合される。静磁結合される磁性層42の数を偶数にすることにより、隣り合う磁性層42の磁化容易軸を合わせることが容易となる。第2の非磁性層44の厚さを0.1μm程度にすることにより、隣り合う磁性層42の間の電氣的絶縁が保たれ、渦電流を減らすことができる。

【0014】図1の構成は、第1の非磁性層43を介して静磁結合された2つの磁性層42が第2の非磁性層44によって電氣的に絶縁されているものであり、磁性層42は合計で8層である。磁性層42の数は8層に限定されるものではなく、必要な総厚になるようにさらに多くの磁性層を重ねてもよい。上記の多層化の処理は2元のスパッタリング装置にて行なう。Fe-Ta-Nのスパッタリングは圧力4mtorr、流量100sccm、のアルゴン(Ar)ガス中で静磁界を加えて行い、このときのスパッタ電力は2kWである。静磁界中でスパッタリングする事により磁性層42に異方性を付与することができる。SiO₂のスパッタリングは7mTorr、流量100sccmのアルゴンガス中で行い、そのときの電力は2kWである。スパッタリングの後、540度で1時間アニールする。Fe-Ta-Nの磁性膜42の表皮深さδは式1によって表される。

【0015】

【数1】

$$\delta = \{2\rho / (2\pi f \cdot \mu_r \cdot \mu_o)\}^{1/2} \quad (1)$$

【0016】ここに、ρは磁性体の抵抗率、fは周波数、μ_oは真空の透磁率、μ_rは比透磁率である。本実施例の多層膜磁性体の抵抗率ρは70μΩ・cmである。比較のために上記と同じ条件で、図14に示す従来の多層膜の磁性体を、厚さ0.35μmのFe-Ta-N磁性層32と、厚さ0.005μm及び0.1μmのSiO₂の非磁性層を積層して形成した。磁性32はトータルで8層である。この従来の多層膜の磁性体と本実施例の多層膜磁性体との比透磁率(μ_r)を測定するために、図5に示す試料を作成した。図5において、非磁性基板47の上に、幅20μm、長さ1mmの多層膜磁性体48を、磁化容易軸が長手方向に直角となるように、

200本形成する。この試料を、成瀬科学器械株式会社製の透磁率測定器(PHF-F1000BH)を用いて、この透磁率測定器における規定の測定方法で、3MHzから2GHzまでの周波数範囲の交流磁界における比透磁率(μ_r)を測定した。測定結果を図2に示す。比透磁率は3MHzでの値を用いて規格化した。図2において、実線は本実施例の比透磁率を示し、点線は従来ものの比透磁率を示す。1000MHzにおける比透磁率は、本実施例では約0.3であり、従来例では約0.06である。この測定結果から、本実施例の多層膜磁性体は従来例のものに比べて高い周波数での比透磁率が高く高周波特性に優れていることがわかる。

【0017】本実施例においては、前記のように静磁結合された磁性層42の数が偶数であり、膜厚の合計が用いる周波数における表皮深さの2倍以下であることが特徴である。静磁結合される複数の磁性層の数が偶数でなく奇数の場合は静磁結合が不安定となる。これは静磁結合される各磁性層間は電氣的に完全に絶縁されておらず、複数の磁性層があたかも単層の膜と同等の作用をするからである。従って静磁結合される複数の磁性層の合計の厚さが表皮深さの2倍より厚いと、渦電流損失が生じる。なお、各層の製法および材質は、ここに記載したものに限られるものではない。磁性層42の材質としては、例えばNiFe合金膜や、Co系のアモルファス膜でも良いし、Fe系の膜でも良い。また製膜法も、蒸着、スパッター、メッキ等様々な薄膜技術を用いることができる。非磁性層43、44の材質については、Al₂O₃、Si、C、Ti等であってもよい。

【0018】また、多層膜磁性体の各層の厚さ及び構成もここに記載したものに限られるものではない。図1に示すように基板41上に静磁結合が可能となる十分薄い非磁性層43と磁性層42の多層体45を形成し、各多層体45の間に、両者を電氣的に絶縁するために、十分な厚さの第2の非磁性層44が形成されていればよい。さらに1個の多層体45の中の磁性層42の数は偶数であり、その合計の膜厚を表皮深さの2倍以下にする必要があるが、基板の材質や保護膜の材質及び製法は本実施例に限定されるものではない。図11の断面図で示す本実施例の他の例の多層膜磁性体は、基板80の上に、4個の磁性層84を3個の薄い第1の非磁性層85をそれぞれ介して多層体81を形成する。多層体81の上に更に3個の多層体81を、厚い第2の非磁性層82をそれぞれ介して順次形成する。これによって、積層厚約6μmの磁性体を得ることができる。

《第2実施例》次に、本発明の第2実施例を図3及び図4を参照して説明する。

【0019】図3の(a)ないし(d)及び図4の(e)ないし(g)は、第1実施例の多層膜磁性体40を磁気コアとして用いた磁気ヘッドの製造方法の各工程を示す断面図である。図3の工程(a)において、基板

61は、主表面を鏡面加工した厚さ1mmのセラミック板である。基板61の主表面上に膜厚0.35 μ mの磁性層63-1をFe-Ta-Nのスパッタリングで形成する。次に磁性層63-1の上に膜厚0.005 μ mの第1の非磁性層64-1をSiO₂のスパッタリングで形成する。以下順次形成する磁性層はすべて0.35 μ m厚のFe-Ta-N膜であり、第1の非磁性層はすべて0.005 μ mのSiO₂膜である。また形成法はスパッタリングによる。第1の非磁性層64-1の上に磁性層63-2を形成し、その上に膜厚0.1 μ mの第2の非磁性層65-1を第1の非磁性層64-1と同じ材料を用い同じ工法で形成する。第2の非磁性層65-1の上にさらに、磁性層63-3、第1の非磁性層64-2及び磁性層63-4を順次形成する。上記のようにして形成した7つの層によって第1の磁性体62が形成される。スパッタリングの条件は第1実施例と同様である。この構成により、第1の非磁性層64-1、64-2によってそれぞれ静磁結合された磁性層63-1と63-2及び磁性層63-3と63-4が第2の非磁性層65-1によって電気的に絶縁される。

【0020】次に工程(b)において、基板61を540度で1時間アニールした後、イオンミリングにより所定のパターンに形成する。この工程で図6の形状の磁性体62が形成される。工程(c)において、第1の磁性体62の磁性層63-4の上に絶縁層66を形成し、その上に更に導体層67をスパッタリングで形成する。絶縁層66はSiO₂を厚さ0.1 μ mに形成し、導体膜67はCuを厚さ1 μ mに形成する。Cuのスパッタリング条件は、アルゴンガスの圧力は0.5Pa、流量は20sccm、スパッタ電力は0.5kWである。工程(d)において、絶縁層66と導体層67をイオンミリングによりパターン加工する。この工程で図6に示す形状の導体層67が形成される。

【0021】図4の工程(e)において、導体層67、第1の磁性体62の磁性層63-4及び基板61の端部の表面に絶縁層を兼ねた第2の非磁性層65-2を形成し、さらにその上に、前記の第1の磁性体62の形成時と同じ工程により、第2の磁性体69を形成する。第2の磁性体69の構成、及びスパッタリング条件は第1の磁性体62と同様である。工程(f)において、540度で1時間アニールした後、第2の非磁性層65-2及び第2の磁性体69をイオンミリングによりパターン加工する。この工程で図6に示す形状の磁性体69が形成される。工程(g)において保護層60として、Al₂O₃を20 μ mの厚さで形成し、両端部を切断してラップ加工をして完成する。図4の(g)の断面図において、左側面68が図6に示す磁気記録媒体70に対向する。本実施例の製造方法によると、絶縁物の非磁性層65-2により導体層67を覆うので、特に絶縁層を設ける必要はなく、そのための工程が省略できる。これに伴

い、製造時間の短縮、歩留まり及び特性の向上、コストダウンが可能となる。

【0022】なお、各層の製法および材質は、ここに記載したものに限られるものではない。磁性層の材質としては、例えばNiFe合金、Co系の他のアモルファス膜でも良いし、Fe系の膜でも良い。また製法も、蒸着やスパッター、メッキ等様々な薄膜製法を用いてもよい。第1の磁性体62と第2の磁性体69は違う材質でもよい。非磁性層の材質についてもAl₂O₃、Si、C、Ti等を用いることができる。また、磁性多層膜の膜厚及び構成もここに記載したものに限られるものではない。基板の材質や保護膜の材質及び製法も本実施例に限定されるものではない。

【0023】《第3実施例》次に、本発明の第3実施例として、本発明の磁気ヘッドを搭載した磁気再生装置を図6及び図7を用いて説明する。図6の(a)は、本実施例の磁気再生装置を示す斜視図であり、(b)は

(a)の矢印K部の拡大図である。図8は本実施例の磁気再生装置の再生回路のブロック図である。図6において、磁気ヘッド71は第2の実施例の製造方法で製造した磁気ヘッドである。この磁気ヘッド71は、図示を省略した既知の浮上型スライダー上に設置されている。磁性体62、69を貫通しかつ絶縁を保って配置した導体層67の両端に電極端子73、74が接続されている。導体層67には磁性体62、69を一方方向にバイアス磁化するために所定の直流電流を流す。

【0024】ディスク状磁気記録媒体70は、媒体の面に垂直な方向に磁化容易軸を有する垂直記録用の記録媒体である。ディスク状磁気記録媒体70は、極めて平滑な表面を持つ直径25mmのガラスディスク上に、記録層として働く膜厚1 μ mのCoZrTa膜と、その上に膜厚0.1 μ mのCoCrTa膜とを被着形成した二層構造であり、既に記録がなされている。本実施例の磁気再生装置では、図示を省略したスピンドルモーター等によってディスク状磁気記録媒体70を図6の矢印の方向に回転させる。磁気ヘッド71は前記ディスク状磁気記録媒体70の表面上に浮上し再生を行う。矢印75は、ディスク状磁気記録媒体70に記録された磁気情報の磁化ベクトルを示している。

【0025】図7は、本実施例の再生回路のブロック図である。この再生回路は、磁気ヘッド71の端子73、74に接続されたキャリア信号発生器55と、再生信号検出回路56とを有する。再生信号検出回路56の出力端に再生アンプ57の入力端が接続され、再生アンプ57の出力端に再生信号処理回路58の入力端が接続されている。

【0026】導体層67は、等価回路で示すと、直流抵抗50とインピーダンス素子51を有する。インピーダンス素子51は、再生時において、磁気コアに設けられた導体層67をインピーダンス素子として等価的に示し

たものである。キャリア信号発生器 55 は、再生時に電極端子 73 と 74 を経てインピーダンス素子 51 にキャリア信号として交流の定電流を流す。また、磁気ヘッド 71 にバイアス磁界を発生させるために、導体層 67 に微小な直流電流を流す。キャリア信号発生器 55 は内部に、キャリア信号の発振回路と、定電流ドライブ回路と、導体層 67 に直流電流を流す回路とを有する。キャリア信号の周波数は例えば 1 GHz である。

【0027】再生信号検出回路 56 は内部に、AM 検出回路と AM 復調回路とを有する。AM 検出回路は、電極端子 73 と 74 との間に生じる信号を検出する。AM 復調回路は、前記 AM 検出回路で検出された AM 波を復調して、再生信号を出力する。再生アンプ 57 は、再生信号検出回路 56 で復調された再生信号を増幅する。再生信号処理回路 58 は、再生アンプ 57 で増幅された再生信号を、適切な出力信号に変換する。例えば符号復調などを行う。変換された信号は、出力端子 59 から出力される。

【0028】次に、本実施例の磁気再生装置の再生動作を図 6 から図 9 を用いて詳細に説明する。図 6 に示す磁気ヘッド 71 がディスク状磁気記録媒体 70 上の記録磁化 75 の上を走査すると、磁性体 62、69 を記録磁化 75 からの漏洩磁束が通る。磁性体 62、69 は、前記磁束によって磁化され、透磁率が低下する。

【0029】電極端子 73、74 間には、図 7 に示すキャリア信号発生器 55 により 1 GHz のキャリア信号電流 I が流されている。この電流 I により、電極端子 73、74 の間に生じる信号電圧 V は、電極端子 73、74 間のインピーダンスを Z とすると、 $V = Z I$ (但し、 I は一定) の関係式より決まる。このインピーダンス Z は、磁性体 62、69 の透磁率が低下すると、それに応じて低下する。即ち、磁気記録媒体 70 からの漏れ磁界が大きいとき磁性体 62、69 の透磁率が低下しインピーダンス Z も小さくなる。漏れ磁界が小さいときは磁性体 62、69 の透磁率が大きくなりインピーダンス Z も大きくなる。図 8 に示すように、磁気ヘッド 71 が検出した磁気記録媒体の漏れ磁界が、 $-a \sim +a$ の範囲で変化しているとする。縦軸の $-+$ の極性は、磁界の向きを示す。図 9 に示すように、インピーダンス Z の値は、磁気記録媒体 70 からの漏れ磁界である外部磁界 H_{ext} が 0 のときは、インピーダンス値は、大きな値 b_2 をとり、漏れ磁界が、 $-a$ 又は $+a$ のときは、小さい値 b_1 をとる。ただし、このインピーダンス値の変化は、記録磁化 75 からの漏れ磁界の強さに反比例するが、記録磁化 75 の極性には無関係であり、磁気ヘッド 71 を通過する磁束量が同じであれば、電極端子 73、74 間の信号電圧は同じ値になる。

【0030】従ってこの状態ではいかなる信号処理を行っても記録磁化 75 の極性の変化を検出することができない。そこで記録磁化 75 の極性に応じてインピーダ

ス値が変化するように、直流バイアスを与えて、磁性体 62、69 を一方向に磁化している。具体的には図 6 に示す導体層 67 に直流の微小電流を図 8 に示すキャリア信号発生器 55 から流すことにより磁性体 62、69 を一方向に磁化する。記録磁化 75 の極性に応じて信号電圧が変化ようになる。その動作を図 10 を用いて説明する。図 10 は、極性が負のバイアス磁界をかけたときの、インピーダンス Z と外部磁界 H_{ext} の関係を示したグラフである。図 10 を図 9 と比べてみると、バイアス磁界 d に相当する距離だけ、曲線が右に移動している。これによりインピーダンス Z の値は、磁気記録媒体からの漏れ磁界が $-a$ のときは、インピーダンス値は最小値 c_3 となり、漏れ磁界が 0 のときは、インピーダンス Z の値は中間値 c_2 となり、漏れ磁界が $+a$ のときは、最大値 c_1 となり、外部磁界の極性を反映したインピーダンス値が得られる。

【0031】このように、外部磁界及びキャリア信号電流に基づいて変化するインピーダンス値に基づいて変化する電圧が、電極端子 73、74 に現れる。磁気ヘッド 71 は、極性やその長さの異なる記録磁化 75 上を走行するので、電極端子 73、74 間の電圧の変化は、1 GHz のキャリア信号電流をキャリアーとする AM 波となる。この AM 波は、再生信号検出回路 56 において再生信号として復調され、再生アンプ 57 に出力される。再生アンプ 57 は、復調された再生信号を増幅し、再生信号処理回路 58 に出力する。再生信号処理回路 58 は、再生信号を出力するに適した信号に変換し、出力端子 59 から出力する。

【0032】

【発明の効果】本発明の各実施例による説明から明らかなように、多層膜の磁性体は、磁性層、薄い膜厚の第 1 の非磁性層、及び厚い膜厚の第 2 の非磁性層を有し、第 1 の非磁性層は、磁性層間を静磁結合させるために十分薄くなされ、第 2 の非磁性層は磁性層間の電氣的絶縁が十分に保てるように十分厚くなされている。また、第 1 の非磁性層にて静磁結合される磁性層の層数を偶数とし、その膜厚の合計が表皮深さの 2 倍以下にすることによって、異方性が強く、渦電流損失の少ない、高周波特性に優れた多層膜の磁性体を得ることができる。磁性多層膜の磁性層が鉄、タンタル及び窒素からなる磁性体であり、非磁性層が SiO_2 であるので、高周波特性に優れた磁性多層膜を得ることができる。

【0033】さらに他の観点の磁性多層膜は、鉄、タンタル及び窒素からなる磁性体の第 1 の非磁性層にて静磁結合される磁性層の合計膜厚を $0.7 \mu m$ 以下とし、第 1 の非磁性層の膜厚を $10 nm$ 以下、第 2 の非磁性層の膜厚を $0.1 \mu m$ 以上とすることにより、高周波特性に優れた磁性多層膜を得ることができる。本発明の磁気ヘッドは、磁気コア中に絶縁配置した導体と、前記導体の両端に一对以上の電極とを備えた磁気ヘッドであって、

10

20

30

40

50

磁気コアとして、前記磁性多層膜を使用することにより、再生信号の感度を向上することができる。

【0034】さらに他の観点の磁気ヘッドは第2の非磁性層が磁気コア中での導体を絶縁配置するための絶縁体を兼ねることにより、構造をより簡単にできる。

【0035】本発明の磁気ヘッドの製造方法では、磁性層、第1の非磁性層及び第2の非磁性層からなる第1の磁性体の磁化容易軸を、所定方向に配向しつつ薄膜形成技術を用いて製造する。従って、成膜工程が簡単になるとともに再生感度に優れた磁気ヘッドを得ることができる。本発明の磁気再生装置は前記の磁気ヘッドを用い、前記導体の両端の電極に定電流の高周波信号を印加しかつ磁気コアにバイアス磁界を発生させることにより、再生感度の優れた磁気再生装置を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施例の多層膜の磁性体の断面図である。

【図2】本発明の第1の実施例の磁性多層膜、と従来例のものとの、比透磁率の周波数特性を示すグラフである。

【図3】本発明の第2の実施例の磁気ヘッドの、製造方法を説明するための工程(a)から(d)までの断面図である。

【図4】図3に示す工程の続きの、工程(e)から(g)までの断面図である。

【図5】特性測定用試料の多層膜磁性体の平面図

【図6】(a)は本発明の第3の実施例の磁気再生装置の斜視図である。

【図7】(b)は(a)の矢印k部の拡大図である。本発明の磁気再生回路のブロック図である。

【図8】記録媒体の磁化の位置と、漏れ磁界の変化を示す図である。

【図9】磁気ヘッドにバイアス磁界がかけられていない場合の、外部磁界とインピーダンスとの関係を示す図である。

【図10】磁気ヘッドにバイアス磁界がかけられている場合の、外部磁界とインピーダンスとの関係を示す図である。

【図11】本発明の多層膜の磁性体の一例を表す断面図である。

【図12】従来の技術の磁気インピーダンス効果を用いた磁気ヘッドの斜視図である。

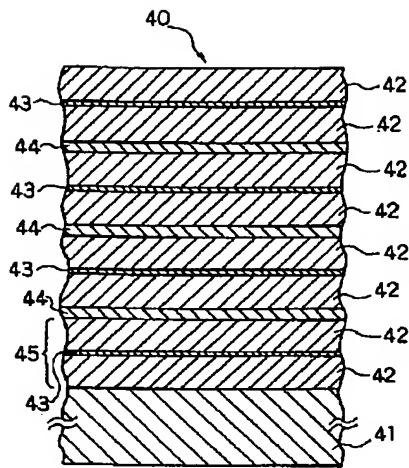
【図13】磁気インピーダンス効果を用いた磁気ヘッドの等価回路図である。

【図14】従来の技術の磁性多層膜の断面図である。

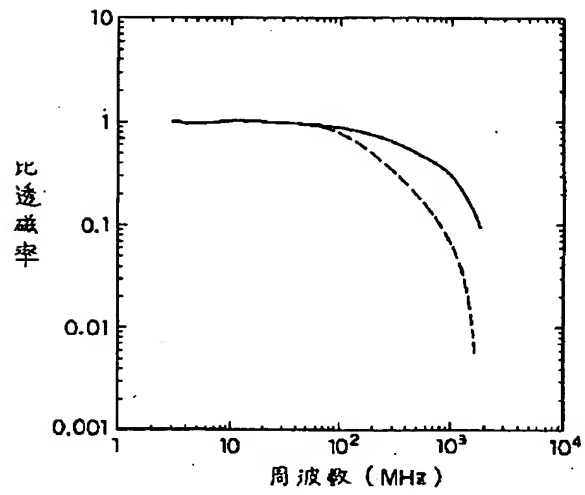
【符号の説明】

1	磁気コア
2	導体線
3	電極端子
4	絶縁膜
5	磁化容易軸
6	磁化
8	磁気ディスク
21	磁気インピーダンス素子
22	キャリア信号発生器
23、24	電極端子
25	再生電圧出力回路
31	基板
32	磁性層
33	非磁性層
40	多層膜磁性体
41	基板
42	磁性層
43	第1の非磁性層
44	第2の非磁性層
45	多層体
50	磁気ヘッド
51	インピーダンス素子
55	キャリア信号発生器
56	再生信号検出回路
57	再生アンプ
58	再生信号処理回路
59	出力端子
60	保護層
61	基板
62	第1の磁性体
63-1、63-2、63-3、63-4	磁性層
64-1、64-2	第1の非磁性層
65-1、65-2	第2の非磁性層
66	絶縁層
67	導体層
69	第2の磁性体
70	ディスク状磁気記録媒体
71	磁気ヘッド
72	導体線
73	電極端子
74	電極端子
75	記録磁化
80	基板
81	磁性体
82	第2の非磁性層
84	磁性層
85	第1の非磁性層

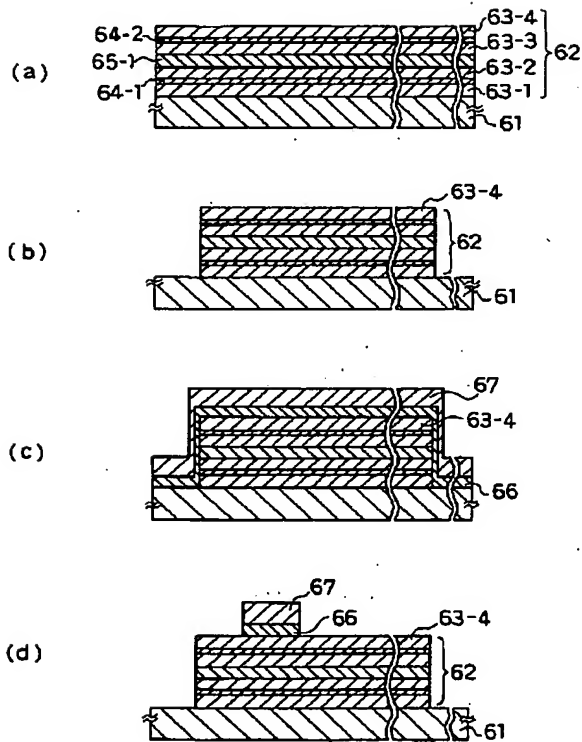
【図 1】



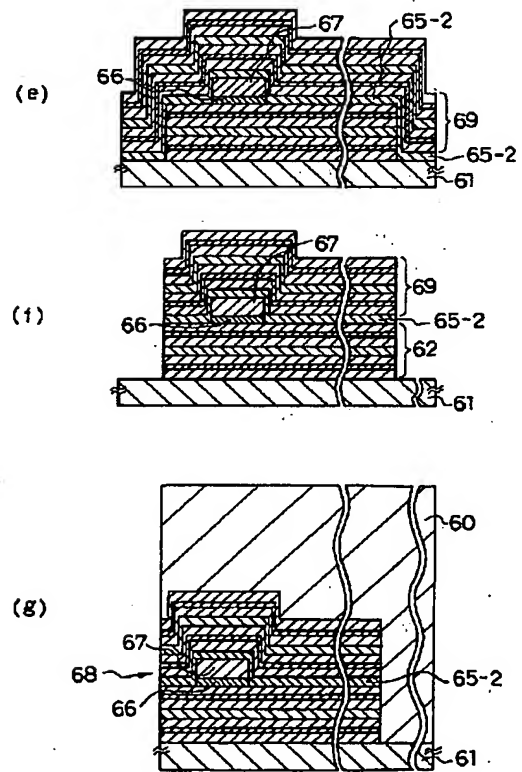
【図 2】



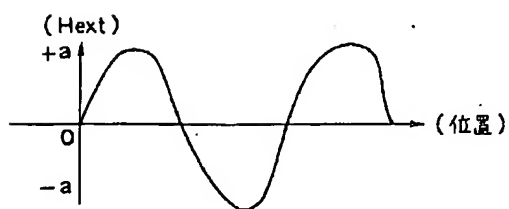
【図 3】



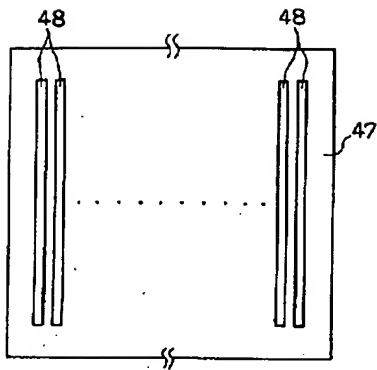
【図 4】



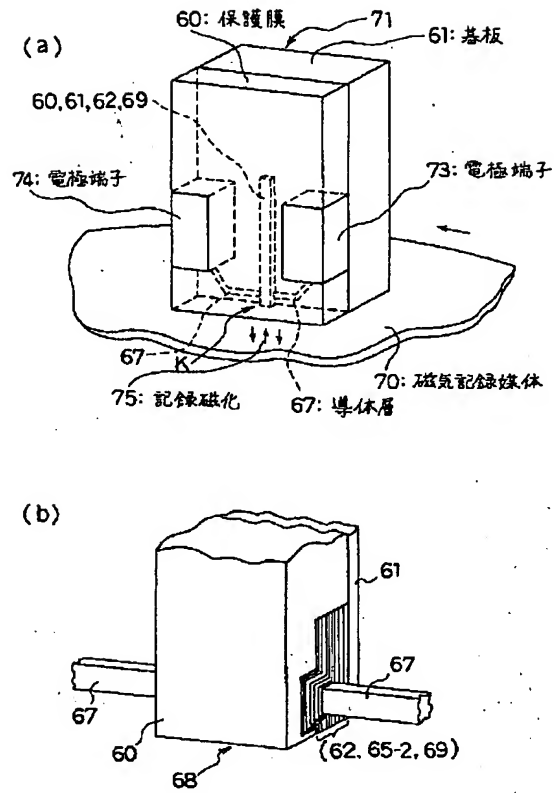
【図 8】



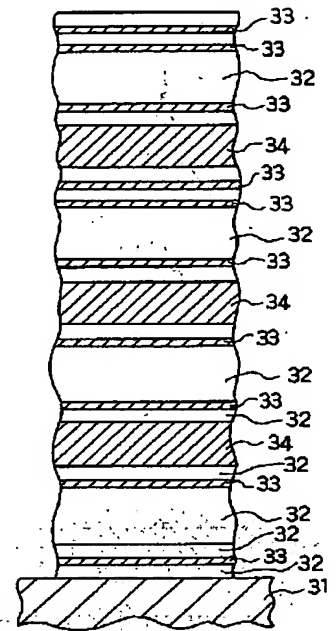
【図5】



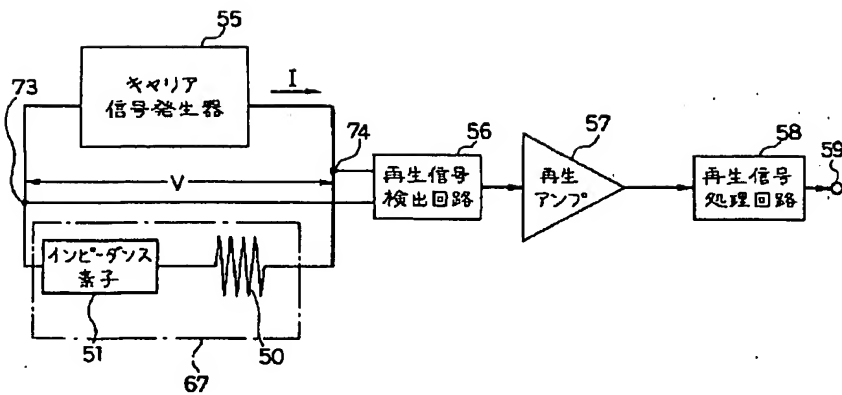
【図6】



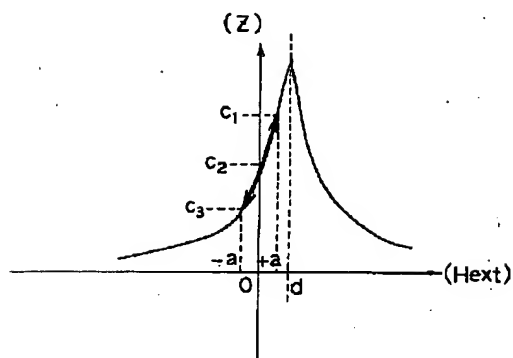
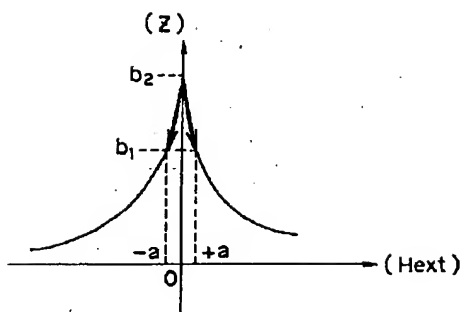
【図14】



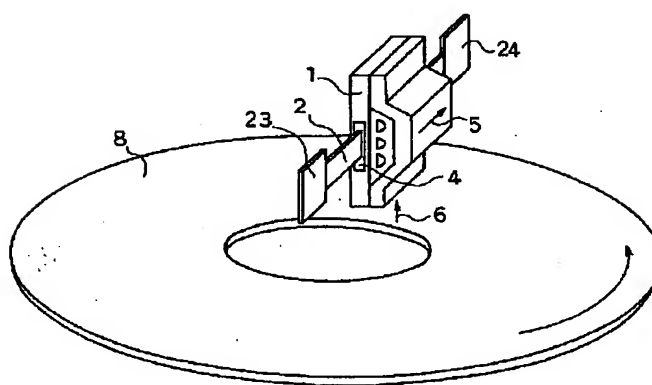
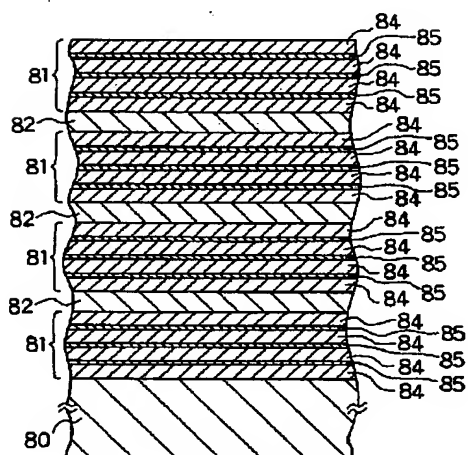
【図7】



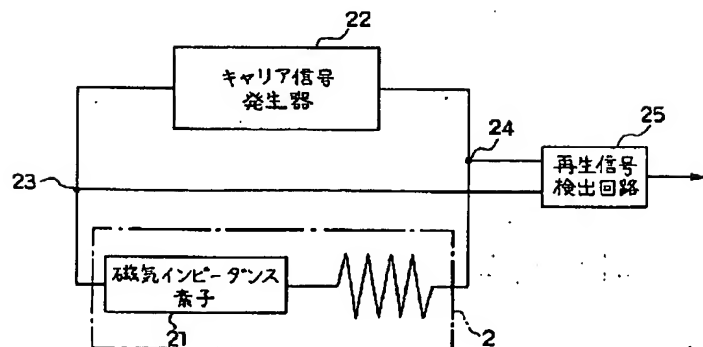
【図 10】



【図 1 2】



【图 1 3】



フロントページの続き

(72)発明者 黒江 章郎
大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

F ターム(参考) 5D034 BA21 BA30 BB01 BB14 DA07